

(19) 【発行国】 日本国特許庁 (JP)

00-171648A)

(43) 【公開日】 平成12年6月23日 (2000.6.23)

(54) 【発明の名称】 アレイ導波路格子

(51) 【国際特許分類第7版】

6/122

【FI】

G02B 6/12 F

D

【請求項の数】 9

【出願形態】 OL

【全頁数】 8

(22) 【出願日】 平成10年12月2日 (1998.12.2)

【識別番号】 000004237

(72) 【発明者】

【氏名】 花田 忠彦 |

(19) [Publication Office] Japanese Patent Office (JP)

(12) [Kind of Document] Japan Unexamined Patent Publication (A)

(11) [Publication Number of Unexamined Application] Japan Unexamined Patent Publication 2000 - 171648(P2000 - 171648A)

(43) [Publication Date of Unexamined Application] 2000 June 23 days (2000.6.23)

(54) [Title of Invention] ARRAY WAVEGUIDE GRATING

(51) [International Patent Classification 7th Edition]

G02B 6/12

6/122

[FI]

G02B 6/12 F

D

[Request for Examination] Examination requested

[Number of Claims] 9

[Form of Application] OL

[Number of Pages in Document] 8

(21) [Application Number] Japan Patent Application Hei 10 - 3 42606

(22) [Application Date] 1998 December 2 day (1998.12.2)

(71) [Applicant]

[Applicant Code] 000004237

[Name] NEC CORPORATION (DB 69-054-1685)

[Address] Tokyo Minato-ku grass 5-7-1

(72) [Inventor]

[Name] Hanada Tadahiko

[Address] Inside of Tokyo Minato-ku grass 5-7-1 NEC Corpor

気株式会社内

(74) 【代理人】

【識別番号】 100096105

【弁理士】

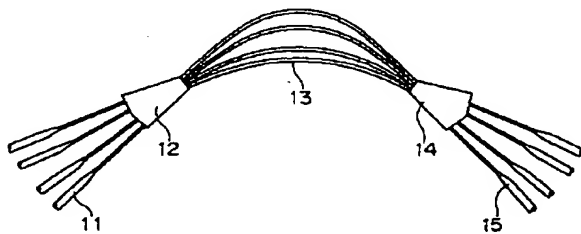
【氏名又は名称】天野 広

【テーマコード（参考）】2H047

【Fターム(参考)】2H047 KA02 KA04 KA12 KA13 KB10  
(57)【要約】

【課題】低い隣接チャネルクロストークレベルと高い回折効率を同時に実現できるアレイ導波路格子を実現する。

【解決手段】入力側スラブ導波路１２の近傍の入力導波路１１及び出力側スラブ導波路１４の近傍の出力導波路１５において、スポットサイズを縮小し、隣接導波路への光結合を低減させ、あるいは、隣接導波路のスポットサイズ径を互いに変えることにより、光結合を低減させる。これによって、低い隣接チャネルクロストークレベルが実現される。



【特許請求の範囲】

【請求項１】 少なくとも１本の入力導波路と、前記入力導波路を介して光信号が入射される入力側スラブ導波路と、

前記入力導波路とは反対側の端部において前記入力側スラブ導波路に取り付けられた複数の導波路よりなるアレイ導波路と、

前記入力側スラブ導波路とは反対側の端部において前記アレイ導波路に取り付けられた出力側スラブ導波路と、

前記アレイ導波路とは反対側の端部において前記出力側スラブ導波路に取り付けられた少なくとも1本の出力導

ation (DB 69-054-1685)

(74) [Attorney(s) Representing All Applicants]

[Applicant Code] 100096105

[Patent Attorney]

[Name] AMANO WIDE

[Theme Code (Reference)] 2H047

(57) [Abstract]

[Problem] Low adjacent channel crosstalk level array waveguide grating which can actualize high diffraction efficiencysimultaneously is actualized.

[Means of Solution] In input waveguide 11 of vicinity of input side slab waveguide 12 and output waveguide 15 of the vicinity of output side slab waveguide 14, spot size is reduced, optical coupling to adjacent waveguide is decreased, or, optical coupling is decreased by changing spot size diameter of adjacent waveguide mutually. With this, low adjacent channel crosstalk level is actualized.

[Claim(s)]

[Claim 1] Through input waveguide and front entry power waveguide of at least one, the light signal incidence input side slab waveguide which is done and,

Array waveguide which consists of waveguide of plural which is installed in aforementioned input side slab waveguide front entry power waveguide in end of opposing side and,

Output side slab waveguide which is installed in aforementioned array waveguide theaforementioned input side slab waveguide in end of opposing side and,

Output waveguide of at least one which is installed in aforementioned output side slab waveguide aforementioned array waveguide

波路と、

からなるアレイ導波路格子において、

前記入力導波路及び前記出力導波路は前記入力側スラブ導波路及び前記出力側スラブ導波路に接続する接続部分において、該接続部分以外の部分よりも小さいスポットサイズを有していることを特徴とするアレイ導波路格子。

【請求項 2】 前記導波路の各々は、基板と、前記基板上に形成された下層クラッド層と、前記下層クラッド層上に形成されたコアと、前記コアを覆って前記下層クラッド層上に形成された上層クラッド層と、からなり、

前記接続部分は、前記下層クラッド層又は前記上層クラッド層の屈折率を少なくとも部分的に下げるか、あるいは、前記コアの屈折率を上げることにより、形成されているものであることを特徴とする請求項 1 に記載のアレイ導波路格子。

【請求項 3】 前記導波路の各々は、基板と、前記基板上に形成された下層クラッド層と、前記下層クラッド層上に形成されたコアと、前記コアを覆って前記下層クラッド層上に形成された上層クラッド層と、からなり、

前記接続部分は、前記コアの幅又は高さを少なくとも部分的に大きくすることにより得られるものであることを特徴とする請求項 1 に記載のアレイ導波路格子。

【請求項 4】 前記導波路の各々は、基板と、前記基板上に形成された下層クラッド層と、前記下層クラッド層上に形成されたコアと、前記コアを覆って前記下層クラッド層上に形成された上層クラッド層と、からなり、

前記接続部分は、前記下層クラッド層又は前記上層クラッド層の屈折率を少なくとも部分的に下げ、又は、前記コアの屈折率を上げ、かつ、前記コアの幅又は高さを少なくとも部分的に大きくすることにより得られるものであることを特徴とする請求項 1 に記載のアレイ導波路格子。

【請求項 5】 少なくとも 1 本の入力導波路と、

in end of opposing side and,

In array waveguide grating which consists of,

As for front entry power waveguide and aforementioned output waveguide the array waveguide grating which designates that it has possessed small spot size in the aforementioned input side slab waveguide and connecting part which is connected to the aforementioned output side slab waveguide, in comparison with portion other than the said connecting part as feature.

[Claim 2] Each of aforementioned waveguide, being covered bottom layer cladding layer and were formed on aforementioned bottom layer cladding layer core and aforementioned core which were formed on substrate and aforementioned substrate, the top layer cladding layer which was formed on aforementioned bottom layer cladding layer and, consists of,

Array waveguide grid which is stated in Claim 1 which designates that it is something where aforementioned connecting part partially lowers the aforementioned bottom layer cladding layer or index of refraction of aforementioned top layer cladding layer at least, or is formed, by increasing index of refraction of aforementioned core, as feature.

[Claim 3] Each of aforementioned waveguide, being covered bottom layer cladding layer and were formed on aforementioned bottom layer cladding layer core and aforementioned core which were formed on substrate and aforementioned substrate, the top layer cladding layer which was formed on aforementioned bottom layer cladding layer and, consists of,

As for aforementioned connecting part, array waveguide grating which is stated in the Claim 1 which designates that it is something which is acquired by enlarging width or height of aforementioned core partially at least as feature.

[Claim 4] Each of aforementioned waveguide, being covered bottom layer cladding layer and were formed on aforementioned bottom layer cladding layer core and aforementioned core which were formed on substrate and aforementioned substrate, the top layer cladding layer which was formed on aforementioned bottom layer cladding layer and, consists of,

Array waveguide grid which is stated in Claim 1 which designates that it is something which is acquired by fact that aforementioned connecting part the partially lowers aforementioned bottom layer cladding layer or index of refraction of the aforementioned top layer cladding layer at least, increases index of refraction of aforementioned core, at same time, enlarges width or the height of aforementioned core partially at least as feature.

[Claim 5] Input waveguide of at least one and,

前記入力導波路を介して光信号が入射される入力側スラブ導波路と、

前記入力導波路とは反対側の端部において前記入力側スラブ導波路に取り付けられた複数の導波路よりなるアレイ導波路と、

前記入力側スラブ導波路とは反対側の端部において前記アレイ導波路に取り付けられた出力側スラブ導波路と、

前記アレイ導波路とは反対側の端部において前記出力側スラブ導波路に取り付けられた少なくとも 1 本の出力導波路と、

からなるアレイ導波路格子において、

前記入力導波路及び前記出力導波路は前記入力側スラブ導波路及び前記出力側スラブ導波路に接続する接続部分において、隣接する前記入力導波路又は前記出力導波路とは伝播定数が異なることを特徴とするアレイ導波路格子。

【請求項 6】 前記入力導波路及び前記出力導波路は前記接続部分において等しいスポットサイズを有しており、前記スポットサイズは光信号の入射方向及び出射方向において変化するものであり、前記入力導波路及び前記出力導波路のうち隣接する導波路の伝播定数が異なるように設定されていることを特徴とする請求項 5 に記載のアレイ導波路格子。|

【請求項 7】 前記導波路の各々は、基板と、前記基板上に形成された下層クラッド層と、前記下層クラッド層上に形成されたコアと、前記コアを覆って前記下層クラッド層上に形成された上層クラッド層と、からなり、

隣接する導波路の等価屈折率を変化させることにより、これら隣接する導波路の伝播定数を異なるものとしていることを特徴とする請求項 6 に記載のアレイ導波路格子。

【請求項 8】 前記下層クラッド層又は前記上層クラッド層の屈折率を変化させ、あるいは、前記コアの幅又は高さを変化させることにより、隣接する導波路の伝播定数を異なるものとすることを特徴とする請求項 7 に記載のアレイ導波路格子。

Through front entry power waveguide, light signal incidence in input side slab waveguide which is done and,

Array waveguide which consists of waveguide of plural which is installed in aforementioned input side slab waveguide front entry power waveguide in end of opposing side and,

Output side slab waveguide which is installed in aforementioned array waveguide the aforementioned input side slab waveguide in end of opposing side and,

Output waveguide of at least one which is installed in aforementioned output side slab waveguide aforementioned array waveguide in end of opposing side and,

In array waveguide grating which consists of,

As for front entry power waveguide and aforementioned output waveguide in aforementioned input side slab waveguide and connecting part which is connected to the aforementioned output side slab waveguide, before being adjacent, entry power waveguide or aforementioned output waveguide array waveguide grating which designates that propagation constant differs as feature.

[Claim 6] As for front entry power waveguide and aforementioned output waveguide in aforementioned connecting part possessing equal spot size to be, Aforementioned spot size is something which changes in incidence direction and the reflected direction of light signal, in order for propagation constant of the waveguide which inside front entry power waveguide and aforementioned output waveguide is adjacent to differ, array waveguide grating which is stated in the Claim 5 which designates that it is set as feature.

[Claim 7] Each of aforementioned waveguide, being covered bottom layer cladding layer and were formed on aforementioned bottom layer cladding layer core and aforementioned core which were formed on substrate and aforementioned substrate, the top layer cladding layer which was formed on aforementioned bottom layer cladding layer and, consists of,

Equivalent index of refraction of waveguide which is adjacent by changing, these the propagation constant of waveguide which is adjacent array waveguide grating which is stated in Claim 6 which designates that differ as feature.

[Claim 8] Aforementioned bottom layer cladding layer or index of refraction of aforementioned top layer cladding layer changing, or, width or height of aforementioned core by changing, propagation constant of waveguide which is adjacent array waveguide grating which is stated in Claim 7 which designates that differ as feature.

【請求項 9】 前記コア又は前記下層クラッド層もしくは前記上層クラッド層の屈折率を光信号の伝播方向において変化させることにより、隣接する導波路の伝播定数を異なるものとすることを特徴とする請求項 7 に記載のアレイ導波路格子。|

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はアレイ導波路格子 (AWG) に関する。|

【0002】

【従来の技術】 アレイ導波路格子は、高密度波長多重光ファイバ通信システムに用いられる波長選択フィルタ又はアドドロップマックス (ADM) フィルタとして重要であり、また、波長ルーティングデバイスとしての応用も検討されており、内外で盛んに研究開発が行われている。

【0003】 アレイ導波路格子は多入力多出力型のフィルタデバイスであり、波長多重された信号をある一つの入力端に導入した場合、多重化された信号を複数の出力端の各々に分離する機能を有している。また、その逆の動作を行わせることも可能である。

【0004】 また、アレイ導波路格子は石英導波路を用いて構成することにより、光ファイバとの結合に優れ、挿入損失が数 dB 程度の低い挿入損失動作を実現することができる。

【0005】 これまでに、アレイ導波路格子について多くの提案がなされている。

【0006】 例えば、特開平 8-334638 号公報には、出力用チャネル導波路の近傍に出力用チャネル導波路のクラッドの屈折率よりも大きい屈折率を有する材料からなる部材が配置されている光波長合分波器を提案している。

【0007】 また、特開平 9-297228 号公報は、入力用チャネル導波路のコアをパラボラ形状とすることにより、フラットな光周波数特性を実現するアレイ導波路格子を提案している。

[Claim 9] By changing index of refraction of aforementioned core or the aforementioned bottom layer cladding layer or aforementioned top layer cladding layer in propagation direction of the light signal, propagation constant of waveguide which is adjacent the array waveguide grating which is stated in Claim 7 which designates that differ as feature.

[Description of the Invention]

[0001]

[Technological Field of Invention] This invention regards array waveguide grating (AWG).

[0002]

[Prior Art] As for array waveguide lattice, it is important as wavelength-selective filter or adding drop Max (ADM) filter which is used for high density wavelength multiple optical fiber communication system, in addition, also application as wavelength routing device is examined, research and development is done actively with inside and outside.

[0003] Array waveguide grating is filter device of multi input multi output types, when the signal which wavelength multiple is done is introduced into input terminal of a certain one, signal which multiplexing is done it has possessed the function which is separated into each of output terminal of plural. In addition, also it is possible to operate opposite.

[0004] In addition, array waveguide grating is superior in connection with optical fiber by constituting making use of quartz waveguide, can actualize insertion loss operation where insertion loss several dB extent is low.

[0005] So far, many propositions have done concerning array waveguide grating.

[0006] Light wavelength divider/coupler where member which consists of material which possesses the index of refraction which is large to vicinity of channel waveguide for output in comparison with index of refraction of cladding of channel waveguide for output is arranged is proposed to for example Japan Unexamined Patent Publication Hei 8-334638 disclosure.

[0007] In addition, Japan Unexamined Patent Publication Hei 9-297228 disclosure has proposed array waveguide lattice which actualizes the flat optical frequency characteristic by designating core of channel waveguide for input as parabola shape.

【0008】また、特開平10-177114号公報は、出力導波路に波長選択フィルタ膜を挿入することにより、アレ導波路の波長損失特性を低下させずに、各出力導波路から出射される漏話光を低減させることができる光波長合分波器を提案している。

【0009】アレ導波路格子の一例として、1996年電子情報学会エレクトロニクスソサイエティ大会講演論文集1、C-3、162頁に記載されているアレ導波路格子を図7に示す。図7はこのアレ導波路格子の平面図である。

【0010】図7に示すように、アレ導波路格子は、数本の入力導波路1と、入力導波路1の一端に連結され、入力導波路1を介して光信号が入射される入力側スラブ導波路2と、入力導波路1とは反対側の端部において入力側スラブ導波路2に取り付けられた複数の導波路よりなるアレ導波路3と、入力側スラブ導波路2とは反対側の端部においてアレ導波路3に取り付けられた出力側スラブ導波路4と、アレ導波路3とは反対側の端部において出力側スラブ導波路4に取り付けられた数本の出力導波路5と、からなっている。

【0011】入力導波路1から入射した光信号は入力側スラブ導波路2に入射し、多数の導波路からなるアレ導波路3に等位相で入射する。

【0012】アレ導波路3の入力端と入力導波路1の出力端とは異なる円の円周上にそれぞれ配置されており、アレ導波路3の入力端が配置される円の半径は入力導波路1の出力端が配置される円の半径の2倍であり、アレ導波路3の入力端が配置される円の中心は入力導波路1の出力端が配置される円の円周上に配置されている。

【0013】アレ導波路3を構成しているそれぞれの導波路は、入射された光信号に等間隔の位相差を付与するように調整されている。

【0014】アレ導波路3の他端には出力側スラブ導波路4が配置されている。アレ導波路3、出力側スラブ導波路4及び出力導波路5の配置は入力側と同様である。すなわち、アレ導波路3の出力端、出力導波路5の入力端はそれぞれ異なる円の円周上に配置されており、アレ導波路3の出力端が配置される円の半径は出力導波路5の入力端が配置される円の半径の2倍であり、アレ導波路3の出力端が配置される円の中心は出力導波路5の入力端が配置される円の円周上に配置されている。

[0008] In addition, Japan Unexamined Patent Publication Hei 10 - 177114 disclosure has proposed light wavelength divider/coupler which can decrease the crosstalk light which without decreasing, radiation is done wavelength loss characteristic of array waveguide from each output waveguide by inserting wavelength-selective filter film in output waveguide.

[0009] As one example of array waveguide grating, 1996 electronic information association electronics society conference lecture proceedings 1, array waveguide grating which is stated in C - 3 and 162 page is shown in Figure 7. Figure 7 is top view of this array waveguide grating.

[0010] As shown in Figure 7, As for array waveguide grating, Input waveguide 1 of several, It is connected by one end of input waveguide 1, Through input waveguide 1, light signal incidence is done input side slab waveguide 2 which, Output waveguide 5 of several which is installed in output side slab waveguide 4 the output side slab waveguide 4 and array waveguide 3 which are installed in array waveguide 3 array waveguide 3 and the input side slab waveguide 2 which consist of waveguide of plural which is installed in the input side slab waveguide 2 input waveguide 1 in end of opposing side in end of the opposing side in end of opposing side and, it has consisted of.

[0011] From input waveguide 1 incidence it does light signal which incidence is done in input side slab waveguide 2, in array waveguide 3 which consists of multiple waveguide incidence it does at equal position phase.

[0012] Input terminal of array waveguide 3 and output terminal of input waveguide 1 being respectively arranged on circumference of circle which differs, to be, radius of circle where input terminal of array waveguide 3 is arranged is the 2 times of radius of circle where output terminal of input waveguide 1 is arranged, center of circle where input terminal of the array waveguide 3 is arranged is arranged on circumference of circle where the output terminal of input waveguide 1 is arranged.

[0013] Respective waveguide which forms array waveguide 3 is adjusted, in order to grant phase shift of equal spacing to light signal which incidence is done.

[0014] Output side slab waveguide 4 is arranged in other end of array waveguide 3. Arrangement of array waveguide 3, output side slab waveguide 4 and output waveguide 5 is similar to the input side. output terminal of namely, array waveguide 3, input terminal of output waveguide 5 is arranged on the circumference of circle which differs respectively, radius of the circle where output terminal of array waveguide 3 is arranged is 2 times of the radius of circle where input terminal of output waveguide 5 is arranged, the center of circle where output

る。

【0015】入力導波路1から入力側スラブ導波路2へ入射した光は、回折により、入力側スラブ導波路2内を広がりがながら伝播し、アレイ導波路3の入力部へ到達した後、アレイ導波路3を構成する各導波路に同位相で分配される。

【0016】アレイ導波路3を構成する各導波路を互いに等間隔の位相差を付与されて伝播した光はアレイ導波路3の出力端に到達するが、波長分散があるために、波長により等位相面が傾く。この結果、出力側スラブ導波路4を伝播した後に、光が集光される位置は波長毎に異なる。この現象を利用して、任意の位置に出力導波路5を配置すれば、出力導波路5の各導波路に任意の波長の光信号を取り出すことができる。

【0017】図7に示したアレイ導波路格子において、入力導波路1が入力側スラブ導波路2に接続される部分及び出力導波路5が出力側スラブ導波路4に接続される部分では、隣接する入力又は出力導波路間の間隔が極めて小さい。このため、隣接する入力又は出力導波路との間で光結合が生じ、その結果、隣接チャネルクロストークが劣化する現象が起こっていた。

【0018】これを改善する方法として、入力側及び出力側スラブ導波路2、4の伝播距離を長くすることにより、入力導波路1及び出力導波路5における隣接する導波路間の間隔を広げることができる。

【0019】この場合、入力導波路1及び出力導波路5と入力側及び出力側スラブ導波路2、4との結合部における隣接導波路間の間隔を $d_1$ 、アレイ導波路3と入力側及び出力側スラブ導波路2、4との結合部における隣接導波路間の間隔を $d_2$ 、入力側及び出力側スラブ導波路2、4の焦点距離を $f$ とすると、これらの関係は次式で表される。

$$【0020】 (d_1 \times d_2) / f = \text{一定}$$

入力導波路1及び出力導波路5を構成する各導波路間の間隔を広げる場合、入力側及び出力側スラブ導波路2、4からの見込み角度が大きくなるため、入力導波路1、出力導波路5の中心部に配置された導波路と周辺部に配置された導波路との間の回折効率差が大きくなる。これに起因して、波長毎の損失差が大きくなり、特に、周辺部に配置された導波路における挿入損失が増大するとい

terminal of array waveguide 3 is arranged is arranged on circumference of circle where input terminal of output waveguide 5 is arranged.

[0015] From input waveguide 1 light which incidence is done, spreading propagates inside input side slab waveguide 2 to input side slab waveguide 2 with diffraction, to input part of array waveguide 3 after arriving, in each waveguide which forms array waveguide 3 is distributed with equal phase.

[0016] Light which being granted phase shift of equal spacing mutually, propagates each waveguide which forms array waveguide 3 arrives in output terminal of the array waveguide 3, but because there is a wavelength dispersion, equal position phase aspect tilts with wavelength. As a result, after propagating output side slab waveguide 4, light as for position where light collection is done differs every wavelength. Making use of this phenomenon, if output waveguide 5 is arranged in the desired position, it is possible to remove light signal of wavelength of option to each waveguide of output waveguide 5.

[0017] With portion where portion and output waveguide 5 where input waveguide 1 is connected to input side slab waveguide 2 in array waveguide grating which is shown in the Figure 7, are connected to output side slab waveguide 4, interval between the input or output waveguide which is adjacent quite is small. Because of this, optical coupling occurred with input or output waveguide which is adjacent, as a result, phenomenon where adjacent channel crosstalk deteriorates had happened.

[0018] In input waveguide 1 and output waveguide 5, by making propagation distance of input side and output side slab waveguide 2 and 4 long as method which improves this, it is possible to expand interval between waveguide which is adjacent.

[0019] In this case, input waveguide 1 and output waveguide 5 and spacing between adjacent waveguide in bonded part of input side and output side slab waveguide 2 and the 4 when spacing between adjacent waveguide in bonded part of  $d_1$ , the array waveguide 3 and input side and output side slab waveguide 2 and 4 focal distance of the  $d_2$ , input side and output side slab waveguide 2 and 4 is designated as the  $f$ , these relationships are displayed with next formula.

$$【0020】 (D_1 \times d_2) / f = \text{uniformity}$$

When input waveguide 1 and interval between each waveguide which forms the output waveguide 5 are expanded, because estimated angle from input side and output side slab waveguide 2 and 4 becomes large, input waveguide 1, diffraction efficiency difference with waveguide which is arranged in center of output waveguide 5 and waveguide which is arranged in periphery becomes large. Originating in this, loss difference

う問題が生じていた。

#### 【0021】

【発明が解決しようとする課題】 以上のように、従来のアレイ導波路格子においては、入力側及び出力側スラブ導波路の近傍において生じる光結合に起因して、低い隣接クロストークと回折効率の向上を両立すること困難であった。

【0022】 本発明はこのような従来のアレイ導波路格子における問題点を鑑みてなされたものであり、低い隣接チャンネルクロストークレベルと高い回折効率を同時に実現することができるアレイ導波路格子を提供することを目的とする。

#### 【0023】

【問題を解決するための手段】 この目的を達成するため、本発明に係るアレイ導波路格子は、入力側及び出力側スラブ導波路の近傍の入力導波路及び出力導波路において、スポットサイズを縮小することにより隣接導波路への光結合を低減し、あるいは、隣接導波路のスポットサイズを相互に異なるものにより隣接導波路への光結合を低減し、もって、低い隣接チャンネルクロストークレベルを実現するものである。

【0024】 具体的には、本発明のうち、請求項1は、少なくとも1本の入力導波路と、入力導波路を介して光信号が入射される入力側スラブ導波路と、入力導波路とは反対側の端部において入力側スラブ導波路に取り付けられた複数の導波路よりなるアレイ導波路と、入力側スラブ導波路とは反対側の端部においてアレイ導波路に取り付けられた出力側スラブ導波路と、アレイ導波路とは反対側の端部において出力側スラブ導波路に取り付けられた少なくとも1本の出力導波路と、からなるアレイ導波路格子において、入力導波路及び出力導波路は入力側スラブ導波路及び出力側スラブ導波路に接続する接続部分において、該接続部分以外の部分よりも小さいスポットサイズを有していることを特徴とするアレイ導波路格子を提供する。

【0025】 接続部分のスポットサイズを他の部分よりも小さくすることは種々の方法により達成することができる。

【0026】 例えば、導波路の各々が、基板と、基板上に形成された下層クラッド層と、下層クラッド層上に形成されたコアと、コアを覆って下層クラッド層上に形成された上層クラッド層と、からなるものであるばあい、

every of wavelength becomes large, especially, problem that occurred insertion loss in waveguide which is arranged in periphery increases.

#### [0021]

[Problems to be Solved by the Invention] Like above, regarding conventional array waveguide grating, it occurs in vicinity of input side and output side slab waveguide originating in optical coupling which, improvement of low adjacent crosstalk and diffraction efficiency both achievements doing it was difficult.

[0022] This invention considering to problem in this kind of conventional array waveguide grating, it is something which you can do, it designates that array waveguide grating which simultaneously can actualize high diffraction efficiency is offered low adjacent channel crosstalk level and as object.

#### [0023]

[Means for Solving the Problems] This object is achieved for sake of, It is something which actualizes adjacent channel crosstalk level where array waveguide grating relating to this invention decreases optical coupling to adjacent waveguide, by reducing spot size in the input waveguide and output waveguide of vicinity of input side and the output side slab waveguide, decreases optical coupling to adjacent waveguide or, spot size diameter of the adjacent waveguide by doing to that differs mutually has, is low.

[0024] Concrete, Among of this invention, As for Claim 1, Input waveguide of at least one, Through input waveguide, light signal incidence is done input side slab waveguide which, Consists of waveguide of plural which is installed in input side slab waveguide the input waveguide in end of opposing side array waveguide which, Is installed in array waveguide input side slab waveguide in end of opposing side the output side slab waveguide which, Input waveguide and output waveguide in connecting part which is connected to input side slab waveguide and output side slab waveguide, in comparison with portion other than the said connecting part offer array waveguide grating which designates that it has possessed the small spot size as feature output waveguide of at least one which is installed in output side slab waveguide array waveguide in end of opposing side and, in the array waveguide grating which consists of.

[0025] It can achieve fact that it makes small spot size of connecting part in comparison with other portion with various methods.

[0026] Each of for example waveguide, substrate, Was formed on substrate bottom layer cladding layer which, Was formed on bottom layer cladding layer core which, Being covered core, when top layer cladding layer which was formed on bottom



請求項2に記載されているように、下層クラッド層又は上層クラッド層の屈折率を少なくとも部分的に下げること、あるいは、コアの屈折率を上げることにより、接続部分のスポットサイズを他の部分よりも小さくすることができる。

【0027】あるいは、請求項3に記載されているように、コアの幅又は高さを少なくとも部分的に大きくすることによっても、接続部分のスポットサイズを他の部分よりも小さくすることができる。

【0028】さらには、請求項4に記載されているように、接続部分は、下層クラッド層又は上層クラッド層の屈折率を少なくとも部分的に下げ、又は、コアの屈折率を上げるとともに、コアの幅又は高さを少なくとも部分的に大きくすることによっても、接続部分のスポットサイズを他の部分よりも小さくすることができる。

【0029】請求項5は、少なくとも1本の入力導波路と、入力導波路を介して光信号が入射される入力側スラブ導波路と、入力導波路とは反対側の端部において入力側スラブ導波路に取り付けられた複数の導波路よりなるアレイ導波路と、入力側スラブ導波路とは反対側の端部においてアレイ導波路に取り付けられた出力側スラブ導波路と、アレイ導波路とは反対側の端部において出力側スラブ導波路に取り付けられた少なくとも1本の出力導波路と、からなるアレイ導波路格子において、入力導波路及び出力導波路は入力側スラブ導波路及び出力側スラブ導波路に接続する接続部分において、隣接する入力導波路又は出力導波路とは伝播定数が異なることを特徴とするアレイ導波路格子を提供する。

【0030】請求項6に記載されているように、入力導波路及び出力導波路が接続部分において等しいスポットサイズを有しており、このスポットサイズは光信号の入射方向及び出射方向において変化するものであり、入力導波路及び出力導波路のうち隣接する導波路の伝播定数が異なるように設定されていることが好ましい。

【0031】隣接する導波路の伝播定数を相互に異なるものにすることは種々の方法により行うことができる。

【0032】例えば、請求項7に記載されているように、導波路の各々が、基板と、基板上に形成された下層クラッド層と、下層クラッド層上に形成されたコアと、コアを覆って下層クラッド層上に形成された上層クラッド層と、からなるものである場合、隣接する導波路の等価屈折率を変化させることにより、これら隣接する導波路の伝播定数を異なるものとすることができる。

layer cladding layer and, it is something which consists of, as stated in Claim 2, the partially it lowers index of refraction of bottom layer cladding layer or top layer cladding layer at least, or it can make small, by increasing index of refraction of core, spot size of the connecting part in comparison with other portion.

[0027] Or, as stated in Claim 3, by enlarging width or height of the core partially at least, it can make small spot size of connecting part in comparison with other portion.

[0028] Furthermore, as stated in Claim 4, as connecting part partially lowers the index of refraction of bottom layer cladding layer or top layer cladding layer at least, increases index of refraction of the or core, by enlarging width or height of core the partially at least, it can make small spot size of connecting part in comparison with other portion.

[0029] As for Claim 5, Input waveguide of at least one, Through input waveguide, light signal incidence is done input side slab waveguide which, Consists of waveguide of plural which is installed in input side slab waveguide the input waveguide in end of opposing side array waveguide which, Is installed in array waveguide input side slab waveguide in end of opposing side the output side slab waveguide which, Output waveguide of at least one which is installed in output side slab waveguide the array waveguide in end of opposing side and, in array waveguide grating which consists of, the input waveguide and output waveguide input waveguide or the output waveguide which is adjacent offer array waveguide grating which designates that the propagation constant differs as feature in connecting part which is connected to input side slab waveguide and output side slab waveguide.

[0030] As stated in Claim 6, input waveguide and output waveguide we have possessed equal spot size in connecting part, this spot size is something which changes in incidence direction and reflected direction of light signal, in order for the propagation constant of waveguide which inside input waveguide and the output waveguide is adjacent to differ, it is desirable to be set.

[0031] Propagation constant of waveguide which is adjacent to do with the various methods it is possible to do to that differs mutually.

[0032] As stated in for example Claim 7, Each of waveguide, being covered substrate and bottom layer cladding layer and were formed on bottom layer cladding layer core and core which were formed on the substrate, when top layer cladding layer which was formed on bottom layer cladding layer and, it is something which consists of, equivalent index of refraction of waveguide which is adjacent these propagation constant of

【0033】あるいは、請求項8に記載されているように、下層クラッド層又は上層クラッド層の屈折率を変化させ、あるいは、コアの幅又は高さを変化させることによって、隣接する導波路の伝播定数を異なるものとすることができる。

【0034】あるいは、請求項9に記載されているように、コア又は下層クラッド層もしくは上層クラッド層の屈折率を光信号の伝播方向において変化させることによって、隣接する導波路の伝播定数を異なるものとすることができる。

【0035】

【発明の実施の形態】本発明の第一の実施形態に係るアレイド導波路格子を図1乃至図3に示す。図1は本実施形態に係るアレイド導波路格子の平面図であり、図2は本実施形態に係るアレイド導波路格子の断面図であり、図3は本実施形態に係るアレイド導波路格子の特性図である。

【0036】図1に示すように、本実施形態に係るアレイド導波路格子は、数本の入力導波路11と、入力導波路11の一端に連結され、入力導波路11を介して光信号が入射される入力側スラブ導波路12と、入力導波路11とは反対側の端部において入力側スラブ導波路12に取り付けられた複数の導波路よりなるアレイド導波路13と、入力側スラブ導波路12とは反対側の端部においてアレイド導波路13に取り付けられた出力側スラブ導波路14と、アレイド導波路13とは反対側の端部において出力側スラブ導波路14に取り付けられた数本の出力導波路15と、からなる。

【0037】図2に示すように、各導波路は、基板16と、基板16上に形成された下層クラッド層17と、下層クラッド層17上に形成され、下層クラッド層17より高い屈折率を有するコア18と、コア18を覆うように下層クラッド層17上に形成され、コア18より低い屈折率を有する上層クラッド層19と、からなっている。

【0038】図3は、下層クラッド層17及び上層クラッド層19の屈折率がともに1.475であり、コア18の幅及び高さが4 $\mu$ mに設定されている石英導波路において、比屈折率差を0.7%から1.3%まで変化させることにより、出力導波路15の出力側スラブ導波路14の近傍におけるスポットサイズを2.5 $\mu$ mから3.1 $\mu$ mまで変化させた場合の光結合の特性図である。この特性図は、出力導波路15の導波路分離角度が0.

waveguide which is adjacent differ by changing.

[0033] Or, as stated in Claim 8, index of refraction of bottom layer cladding layer or top layer cladding layer changing, or, width or height of core by changing, the propagation constant of waveguide which is adjacent differ.

[0034] Or, as stated in Claim 9, by changing index of refraction of core or the bottom layer cladding layer or top layer cladding layer in propagation direction of light signal, the propagation constant of waveguide which is adjacent differ.

[0035]

[Embodiment of Invention] Array waveguide lattice which relates to embodiment of first of this invention is shown in Figure 1 through Figure 3. Figure 1 is top view of array waveguide lattice which relates to this embodiment, the Figure 2 is cross section of array waveguide lattice which relates to this embodiment, Figure 3 is characteristic graph of array waveguide lattice which relates to this embodiment.

[0036] As shown in Figure 1, Relates to this embodiment as for array waveguide grating which, Input waveguide 11 of several, It is connected by one end of input waveguide 11, Through input waveguide 11, light signal incidence is done input side slab waveguide 12 which, Output waveguide 15 of several which is installed in output side slab waveguide 14 the output side slab waveguide 14 and array waveguide 13 which are installed in array waveguide 13 array waveguide 13 and the input side slab waveguide 12 which consist of waveguide of plural which is installed in the input side slab waveguide 12 input waveguide 11 in end of opposing side in end of the opposing side in end of opposing side and, it consists of.

[0037] As shown in Figure 2, each waveguide, is formed on substrate 16 and the bottom layer cladding layer 17 and bottom layer cladding layer 17 which were formed on substrate 16, in order to cover the core 18 and core 18 which possess index of refraction which is higher than the bottom layer cladding layer 17, is formed on bottom layer cladding layer 17, top layer cladding layer 19 which possesses index of refraction which is lower than core 18 and, has consisted of.

[0038] As for Figure 3, index of refraction of bottom layer cladding layer 17 and top layer cladding layer 19 is 1.475 together, in quartz waveguide where width and height of core 18 are set to 4  $\mu$ m, in ratio refractive index difference vicinity of output side slab waveguide 14 of the output waveguide 15 by changing from 0.7% to 1.3%, spot size is the characteristic graph of optical coupling when it changes from 2.5  $\mu$ m to 3.1  $\mu$ m. As for this characteristic graph, waveguide separation angle of

0.0027 rad, 入力導波路 11 及び出力導波路 15 における各導波路間の間隔が  $12\ \mu\text{m}$  である場合に、BPM を用いて計算を行って得られたものである。

【0039】スポットサイズの制御は、導波路の幅を変化させることにより行ったが、導波路の高さを変化させることによっても可能である。

【0040】また、屈折率を制御するためのドーパント濃度を変えたり、紫外線を照射することによりガラスの屈折率が変化する紫外線照射屈折率変化等で代表される屈折率制御を用いて比屈折率差を制御したり、それと同時に、コアの形状を変化させることによっても、スポットサイズの制御は可能である。

【0041】図 3 によると、出力導波路 15 のスポットサイズを小さくすることにより、隣接する導波路への光結合は小さくなっていることがわかる。これは各出力導波路 15 のモードの重なりが小さくなったためであり、この性質を利用して、導波路分離角度や導波路間隔などのパラメータを変えることなく、出力導波路 15 の光結合を小さくすることができる。

【0042】以上は入力導波路 11 と入力側スラブ導波路 12 との境界面においても同様である。

【0043】このように、本実施形態に係るアレイ導波路格子によれば、回折効率を一定に保ったまま、入力導波路 11 及び出力導波路 15 の光結合を低減でき、隣接チャネルクロストークレベルを改善できる。

【0044】ただし、スポットサイズを小さくすると光ファイバとの結合効率が増加してしまうため、隣接する導波路の間隔が十分大きく、従って、光結合が小さくなった領域においてスポットサイズの変換を行うことが望ましい。

【0045】基板 16 としては、シリコン基板、ガラス基板、セラミック基板等が一般的に用いられる。これらの基板の中では、コストが低く、容易に異方性エッチングによるファイバガイドが形成でき、電気回路のハイブリッド化に適しているシリコン基板が適している。

【0046】コア 18、下層クラッド層 17 及び上層クラッド層 19 の材料としては、リン、ゲルマニウム、チタン、ボロン、フッ素等を石英に添加した材料を用いる。光信号が通過するコア 18 は下層クラッド層 17 及び上層クラッド層 19 よりも高い屈折率を有するように調整されている。

output waveguide 15 when the 0.0027 rad, input waveguide 11 and spacing between each waveguide in the output waveguide 15 are  $12\ \mu\text{m}$ , calculating making use of BPM, it is something which it acquires.

[0039] Control of spot size did width of waveguide by changing, but it is possible height of waveguide by changing.

[0040] In addition, dopant density in order to control index of refraction is changed, the ratio refractive index difference is controlled making use of refractive index control which is represented with ultraviolet light illumination index of refraction change etc where index of refraction of glass changes by irradiating the ultraviolet light, simultaneously with that, shape of core by changing, control of spot size is possible.

[0041] According to Figure 3, as for optical coupling to waveguide which is adjacent it understands by making spot size of output waveguide 15 small, that it becomes small. This is, because stacking of mode of each output waveguide 15 becomes small, making use of this property, can make optical coupling of output waveguide 15 small without waveguide separation angle and changing waveguide interval or other parameter.

[0042] Or more is similar regarding boundary interface of input waveguide 11 and the input side slab waveguide 12.

[0043] This way, according to array waveguide grating which relates to this embodiment, while the diffraction efficiency is maintained uniformly, be able to decrease optical coupling of the input waveguide 11 and output waveguide 15, adjacent channel crosstalk level can be improved.

[0044] However, when spot size is made small, because bonding efficiency of optical fiber increases, interval of waveguide which is adjacent the fully to be large, therefore, in region where optical coupling becomes small it is desirable to convert spot size.

[0045] As substrate 16, it can use silicon substrate, glass substrate and ceramic substrate etc generally. In these substrate, cost to be low, be able to form fiber guide with anisotropic etching easily, silicon substrate which is suitable for hybridization of the electric circuit is suitable.

[0046] As material of core 18, bottom layer cladding layer 17 and top layer cladding layer 19, material which adds phosphorus, germanium, titanium, boron and fluorine etc to the quartz is used. core 18 which light signal passes is adjusted in comparison with the bottom layer cladding layer 17 and top layer cladding layer 19 in order to possess high index of refraction.

【0047】コア18、下層クラッド層17及び上層クラッド層19の成膜方法としては常圧CVD法、火炎堆積法、スパッタ法、スピコート法、電子ビーム蒸着法等が用いられる。

【0048】コア18は次のようにして形成される。

【0049】まず、基板16上に下層クラッド層17及びコア層を成膜する。その後、フォトリソグラフィを用いて、所定のパターンをコア層に転写し、反応性イオンエッチング(RIE)装置や反応性イオンビームエッチング(RIBE)装置等を用いるドライエッチング法によりコア層をエッチングする。これにより、コア18が形成される。

【0050】なお、電子ビームやレーザー直描によっても、アレイ導波路格子のパターンを形成することができる。

【0051】最後に、コア18を覆うようにして下層クラッド層17上に上層クラッド層19を成膜する。これにより、埋め込み型導波路によるアレイ導波路格子が得られる。

【0052】スポットサイズの制御は導波路の高さ又は幅を光の伝播方向に対して変化させるという方法が最も簡単であるが、コア18又はクラッド層17、19の屈折率を伝播方向に対して変化させることによっても可能である。

【0053】本発明の第二の実施形態に係るアレイ導波路格子を図4及び図5に示す。図4は本実施形態に係るアレイ導波路格子の平面図であり、図5は本実施形態に係るアレイ導波路格子の特性図である。

【0054】図4に示すように、本実施形態に係るアレイ導波路格子は、数本の入力導波路21と、入力導波路21の一端に連結され、入力導波路21を介して光信号が入射される入力側スラブ導波路22と、入力導波路21とは反対側の端部において入力側スラブ導波路22に取り付けられた複数の導波路よりなるアレイ導波路23と、入力側スラブ導波路22とは反対側の端部においてアレイ導波路23に取り付けられた出力側スラブ導波路24と、アレイ導波路23とは反対側の端部において出力側スラブ導波路24に取り付けられた数本の出力導波路25と、からなる。

【0055】各導波路は、図2に示したように、基板16と、下層クラッド層17と、コア18と、上層クラッド層19と、からなる。

[0047] It can use ambient pressure CVD method, flame deposition technique, sputtering method, spin coating method and electron beam vapor deposition method etc as film formation method of core 18, bottom layer cladding layer 17 and top layer cladding layer 19.

[0048] Core 18 is formed following way.

[0049] First, bottom layer cladding layer 17 and core layer film formation are done on substrate 16. after that, making use of photolithography, specified pattern is copied to the core layer, core layer etching is done with dry etching method which uses the reactive ion etching (RIE) equipment and reactive ion beam etching (RIBE) equipment etc. Because of this, core 18 is formed.

[0050] Furthermore, with electron beam and laser direct drawing, pattern of array waveguide grating can be formed.

[0051] Lastly, top layer cladding layer 19 film formation is done on bottom layer cladding layer 17 to cover core 18. Because of this, array waveguide grating due to implanted type waveguide is acquired.

[0052] As for control of spot size, method that is simplest changes the height or width of waveguide vis-a-vis propagation direction of light, but it is possible by changing index of refraction of core 18 or cladding layer 17, 19 vis-a-vis the propagation direction.

[0053] Array waveguide lattice which relates to second embodiment of this invention is shown in Figure 4 and Figure 5. Figure 4 is top view of array waveguide lattice which relates to this embodiment, the Figure 5 is characteristic graph of array waveguide lattice which relates to this embodiment.

[0054] As shown in Figure 4, relates to this embodiment as for array waveguide grating which, input waveguide 21 of several, it is connected by one end of input waveguide 21, through input waveguide 21, light signal incidence is done input side slab waveguide 22 which, output waveguide 25 of several which is installed in output side slab waveguide 24 the output side slab waveguide 24 and array waveguide 23 which are installed in array waveguide 23 array waveguide 23 and the input side slab waveguide 22 which consist of waveguide of plural which is installed in the input side slab waveguide 22 input waveguide 21 in end of opposing side in end of the opposing side in end of opposing side and, it consists of.

[0055] Each waveguide, as shown in Figure 2, substrate 16 and bottom layer cladding layer 17 and the core 18 and top layer cladding layer 19 and, consists of.

【0056】本実施形態に係るアレイ導波路格子においては、図4に示すように、出力導波路25aとそれに隣接する出力導波路25bとは相互に伝播定数が異なるように形成されている。

【0057】同様に、入力導波路21aとそれに隣接する入力導波路21bとは相互に伝播定数が異なるように形成されている。

【0058】伝播定数の異なる出力導波路25a、25bを得るためには、導波路の等価屈折率を変化させればよい。導波路の等価屈折率は、コアの幅又は高さを変化させるか、あるいは、コア、下層クラッド層及び上層クラッド層の屈折率を変化させることにより、変化させることができる。

【0059】図5は、下層クラッド層17及び上層クラッド層19の屈折率が1.475、比屈折率差が0.7%であり、出力導波路25aの伝播定数を $\beta_1=5.985356e6$ としたときに、出力導波路25aの伝播定数( $\beta_1$ )と出力導波路25bの伝播定数( $\beta_2$ )との差( $\Delta\beta=\beta_1-\beta_2$ )を、コア18の幅と高さを3.5 $\mu$ mから6 $\mu$ mまで変化させることにより、変化させた場合の光結合によるクロストークの特性図である。図5においては、出力導波路の導波路分離角度を約0.0027rad、導波路間隔を12 $\mu$ mとして計算を行った。

【0060】図5によると、出力導波路25aの伝播定数( $\beta_1$ )と出力導波路25bの伝播定数( $\beta_2$ )との差 $\Delta\beta$ の絶対値が大きくなるほど、光結合に起因するクロストークは小さくなることが分かる。

【0061】これは入力導波路21a、21bと入力側スラブ導波路22との境界面においても同様である。

【0062】この結果より、互いに隣接する入力導波路21a、21b及び出力導波路25a、25bの入力側スラブ導波路22及び出力側スラブ導波路24近傍における伝播定数を変えることにより、入力導波路21a、21b及び出力導波路25a、25bにおける隣接導波路への光結合を小さくすることができる。

【0063】このように、本実施形態に係るアレイ導波路格子によれば、従来と同じ導波路間隔を保ちながら隣接クロストークレベルを低減することができる。

【0064】本発明の第三の実施形態に係るアレイ導波路格子を図6に示す。図6は本実施形態に係るアレイ導波路格子の平面図である。

[0056] Way it shows in Figure 4 regarding array waveguide grating which relates to this embodiment, in order output waveguide 25a output waveguide 25b which is adjacent to that for propagation constant to differ mutually, it is formed.

[0057] In order in same way, input waveguide 21a input waveguide 21b which is adjacent to that for propagation constant to differ mutually, it is formed.

[0058] In order output waveguide 25a where propagation constant differs, to obtain 25b, if equivalent index of refraction of waveguide it should have changed. equivalent index of refraction of waveguide can change, or width or height of the core can change, index of refraction of core, bottom layer cladding layer and top layer cladding layer by changing.

[0059] As for Figure 5, index of refraction of bottom layer cladding layer 17 and top layer cladding layer 19 1.475 and ratio refractive index difference is the 0.7%, when designating propagation constant of output waveguide 25a as  $\beta_1=5.985356e6$ , is characteristic graph of crosstalk due to optical coupling when it changes propagation constant (1) of output waveguide 25a and difference ( $=\beta_1-\beta_2$ ) of propagation constant (2) of output waveguide 25b, width and the height of core 18 by changing from 3.5  $\mu$ m to 6  $\mu$ m. Regarding Figure 5, it calculated waveguide separation angle of the output waveguide approximately 0.0027 rad, with waveguide spacing as 12  $\mu$ m.

[0060] According to Figure 5, as for crosstalk which originates in an extended optical coupling where absolute value of difference of the propagation constant (1) of output waveguide 25a and propagation constant (2) of the output waveguide 25b becomes large it understands that it becomes small.

[0061] This is similar input waveguide 21a, regarding boundary interface of 21b and the input side slab waveguide 22.

[0062] From result, input waveguide 21a which is adjacent mutually, 21b and output waveguide 25a, input side slab waveguide 22 of 25b and propagation constant in output side slab waveguide 24 vicinity by changing, input waveguide 21a, 21b and output waveguide 25a, optical coupling to adjacent waveguide in 25b can be made small.

[0063] This way, according to array waveguide grating which relates to this embodiment, while maintaining same waveguide interval until recently, it can decrease adjacent crosstalk level.

[0064] Array waveguide lattice which relates to third embodiment of this invention is shown in the Figure 6. Figure 6 is top view of array waveguide lattice which relates to this embodiment.

【0065】図6に示すように、本実施形態に係るアレイ導波路格子は、数本の入力導波路31と、入力導波路31の一端に連結され、入力導波路31を介して光信号が入射される入力側スラブ導波路32と、入力導波路31とは反対側の端部において入力側スラブ導波路32に取り付けられた複数の導波路よりなるアレイ導波路33と、入力側スラブ導波路32とは反対側の端部においてアレイ導波路33に取り付けられた出力側スラブ導波路34と、アレイ導波路33とは反対側の端部において出力側スラブ導波路34に取り付けられた数本の出力導波路35と、からなる。

【0066】各導波路は、図2に示したように、基板16と、下層クラッド層17と、コア18と、上層クラッド層19と、からなる。

【0067】前述の第二の実施形態においては、入力導波路21a、21bと出力導波路25a、25bとはそれぞれ伝播定数が異なるように設定されている。このように、入力導波路21a、21bと入力側スラブ導波路22との境界及び出力側スラブ導波路24と出力導波路25a、25bとの境界において伝播定数が異なると、その点におけるスポットサイズが各チャンネル毎に異なることになる一方、出力側スラブ導波路24の出口におけるスポットサイズはチャンネルによらず一定であるため、両者のオーバーラップ積分と一致する結合効率がチャンネル毎に異なり、チャンネル間の挿入損失のばらつきが発生することとなる。

【0068】本実施形態に係るアレイ導波路格子においては、この問題を解決するために、出力側スラブ導波路34と出力導波路35との境界において出力導波路35を構成する全導波路のスポットサイズを等しく保ちつつ、隣接する導波路の伝播定数を不等となるように調整している。この場合、チャンネル間の結合効率の劣化は存在しない。

【0069】伝播定数を不等とする制御は導波路の幅を光の伝播方向に対して変化させるという方法が最も簡単であるが、コア18の屈折率やクラッド層17、19の屈折率を伝播方向に対して変化させることによっても可能である。

【0070】この際、急激な伝播定数の変化を起こすと損失が増加するため、適度に緩やかなテーパとすることにより、損失を低減させることができる。

【0071】

【発明の効果】 以上のように、本発明に係るアレイ導波

[0065] As shown in Figure 6, Relates to this embodiment as for array waveguide grating which, Input waveguide 31 of several, It is connected by one end of input waveguide 31, Through input waveguide 31, light signal incidence is done input side slab waveguide 32 which, Output waveguide 35 of several which is installed in output side slab waveguide 34 the output side slab waveguide 34 and array waveguide 33 which are installed in array waveguide 33 array waveguide 33 and the input side slab waveguide 32 which consist of waveguide of plural which is installed in the input side slab waveguide 32 input waveguide 31 in end of opposing side in end of the opposing side in end of opposing side and, it consists of.

[0066] Each waveguide, as shown in Figure 2, substrate 16 and bottom layer cladding layer 17 and the core 18 and top layer cladding layer 19 and, consists of.

[0067] Regarding aforementioned second embodiment, in order input waveguide 21a, the 21b and output waveguide 25a, 25b for respective propagation constant to differ, it is set. To this way, Input waveguide 21a, boundary and output side slab waveguide 24 and output waveguide 25a of 21b and input side slab waveguide 22, When propagation constant differs in boundary of 25b, although it means that spot size in point differs each every channel as for the spot size in outlet of output side slab waveguide 24 because it is fixed with the channel, bonding efficiency which agrees with overlap integral calculus of the both differs every channel, means with that scatter of insertion loss between channel occurs.

[0068] While in order to solve this problem regarding array waveguide grating which relates to this embodiment, maintaining spot size of all waveguide which forms the output waveguide 35 in boundary of output side slab waveguide 34 and output waveguide 35 equally, the in order to become unequal, you adjust propagation constant of waveguide which is adjacent. In this case, deterioration of bonding efficiency between channel does not exist.

[0069] As for control which designates propagation constant as the unequal, method that is simplest changes width of waveguide vis-a-vis propagation direction of light, but it is possible by changing index of refraction of core 18 and index of refraction of cladding layer 17, 19 vis-a-vis propagation direction.

[0070] In this case, when change of sudden propagation constant is caused, because loss increases, loss can be decreased by making mild taper moderately.

[0071]

[Effects of the Invention] Like above, crosstalk is low according

路格子によれば、従来のアレィ導波路格子よりもクロストークが低く、かつ、回折効率が高いアレィ導波路格子を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1 は本発明の第一の実施形態に係るアレィ導波路格子の平面図である。

【図 2】図 2 は本発明の第二の実施形態に係るアレィ導波路格子の断面図である。

【図 3】図 3 は第一の実施形態に係るアレィ導波路格子の特性図である。

【図 4】図 4 は本発明の第二の実施形態に係るアレィ導波路格子の平面図である。

【図 5】図 5 は第二の実施形態に係るアレィ導波路格子の特性図である。

【図 6】図 6 は本発明の第三の実施形態に係るアレィ導波路格子の平面図である。

【図 7】図 7 は従来のアレィ導波路格子の平面図である。

【符号の説明】

- 1、1 1、2 1、3 1 入力導波路
- 2、1 2、2 2、3 2 入力側スラブ導波路
- 3、1 3、2 3、3 3 アレィ導波路
- 4、1 4、2 4、3 4 出力側スラブ導波路
- 5、1 5、2 5、3 5 出力導波路
- 1 6 基板
- 1 7 下層クラッド層
- 1 8 コア
- 1 9 上層クラッド層

g to array waveguide grating which relates to the this invention, in comparison with conventional array waveguide grating, at same time, array waveguide grating where diffraction efficiency is high can be acquired.

[Brief Explanation of the Drawing(s)]

[Figure 1] Figure 1 is top view of array waveguide lattice which relates to embodiment of the first of this invention.

[Figure 2] Figure 2 is cross section of array waveguide lattice which relates to second embodiment of the this invention.

[Figure 3] Figure 3 is characteristic graph of array waveguide lattice which relates to embodiment of the first.

[Figure 4] Figure 4 is top view of array waveguide lattice which relates to second embodiment of the this invention.

[Figure 5] Figure 5 is characteristic graph of array waveguide lattice which relates to second embodiment.

[Figure 6] Figure 6 is top view of array waveguide lattice which relates to third embodiment of the this invention.

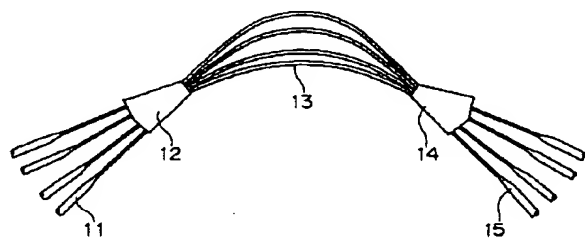
[Figure 7] Figure 7 is top view of conventional array waveguide grid.

[Explanation of Reference Signs in Drawings]

- 1, 1 1, 2 1, 3 1 input waveguide
- 2, 1 2, 2 2, 3 2 input side slab waveguide
- 3, 1 3, 2 3 and 3 3 array waveguide
- 4, 1 4, 2 4 and 3 4 output side slab waveguide
- 5, 1 5, 2 5, 3 5 output waveguide
- 1 6 substrate
- 1 7 bottom layer cladding layer
- 1 8 core
- 1 9 top layer cladding layer

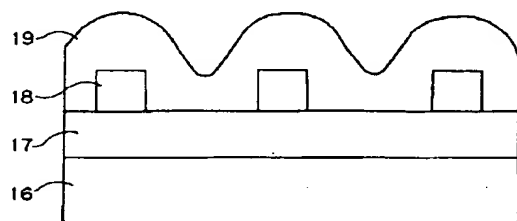
【図 1】

[Figure 1]



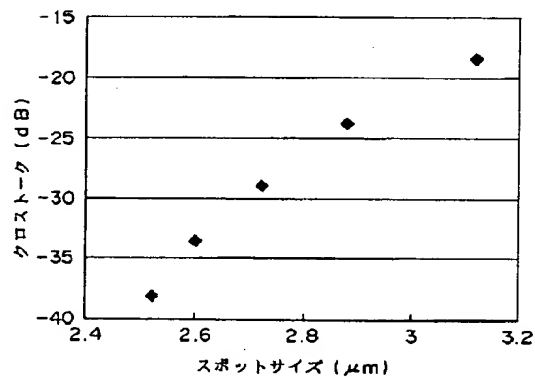
【図 2】

[Figure 2]



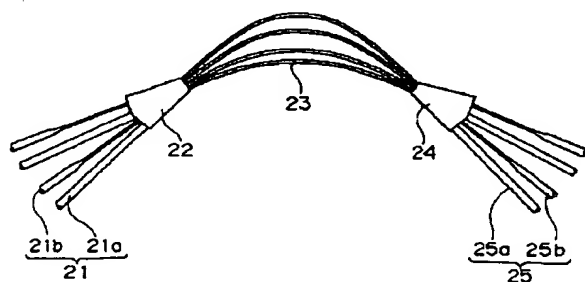
【図 3】

[Figure 3]



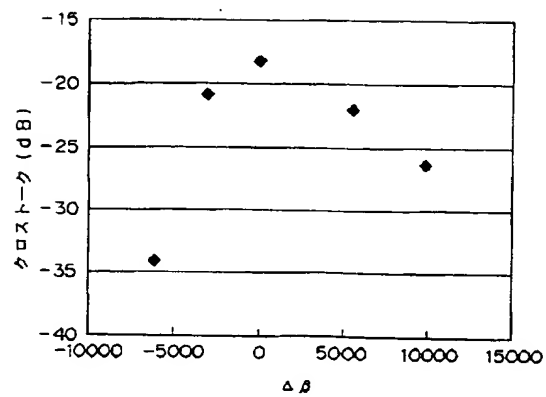
【図 4】

[Figure 4]



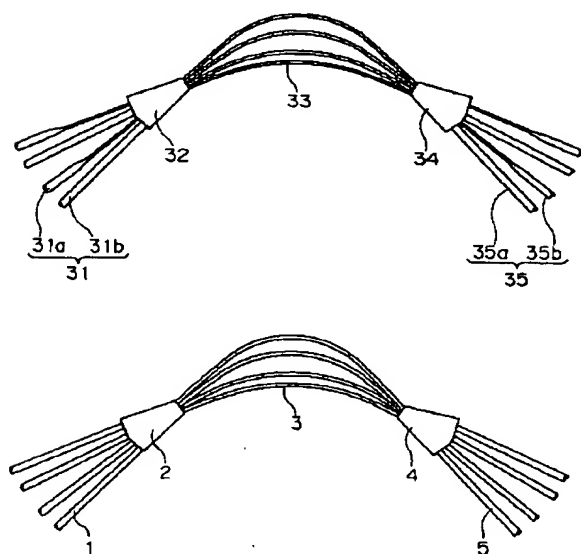


【図 5】



[Figure 5]

【図 6】



[Figure 6]

【図 7】



[Figure 7]